

ARTÍCULO ORIGINAL

ROL DE LAS POBLACIONES DE *Diplodon chilensis* (GRAY, 1828)
(BIVALVIA: HYRIIDAE) EN EL ESTADO TRÓFICO DE LA LAGUNA CHICA DE
SAN PEDRO (CHILE)

Carmen Fuentealba* & Oscar Henriquez*

RESUMEN

Se analizó el rol del bivalvo dulceacuícola *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) en el funcionamiento de la Laguna Chica de San Pedro (Chile) como uno de los principales reguladores del flujo de nutrientes en el ecosistema. La abundancia medida alcanzó 133,3 ind/m² y una tasa de filtración anual registrada de 6,48 m³/ind. El valor obtenido indica que el volumen de agua de la Laguna Chica de San Pedro es filtrado más de 80 veces al año por la población de bivalvos al utilizar como referencia el criterio de Busse, para la tasa de filtración directa.

PALABRAS CLAVE: Laguna Chica de San Pedro, *Diplodon chilensis*, tasa de filtración, ecosistema.

ABSTRACT

Rol of the populations of *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae) in the trophic state of the Laguna Chica de San Pedro. We examined the role of natural populations of the freshwater filter-feeding bivalve *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) as one of the principal regulators of the flux of nutrients at the ecosystem level, in Laguna Chica de San Pedro (Chile). The average abundance was 133.3 ind/m², with an annual filtration rate of 6.48 m³/ind. Consequently the total bivalve population may filter more than 80 lake volumes per year, based on Busse's criteria for estimating direct filtration.

KEY WORDS: Laguna Chica de San Pedro, *Diplodon chilensis*, filtration rate, ecosystem.

INTRODUCCIÓN

Los lagos, ecosistemas abiertos, operan como unidad funcional energética, incluyendo tanto componentes orgánicos como inorgánicos conduciendo a una estructura trófica (Odum, 1972). Cada componente ecosistémico interactúa entre sí y con su cuenca, de la cual reciben continuamente aportes de nutrientes a partir de diversas fuentes. Las diferentes relaciones existentes entre sus componentes son determinantes en el funcionamiento e integridad del mismo (Bormann & Lickens, 1979). Un tipo de perturbación frecuente en los ecosistemas lacustres son los procesos de eutrofización, definida como un estado de tensión (Margalef, 1983) en donde se producen cambios en las comunidades planctónicas producto de un excesivo aporte de nutrientes, proceso que ocurre principalmente por causas antrópicas (Larson *et al.*, 1985; Goda, 1991; Kronvang *et al.*, 1993). En el proceso de eutrofización el compartimiento más sensible

a las entradas alóctonas de nutrientes es el fitoplancton; frente a un incremento en el aporte de nutrientes estos sistemas reaccionan en cadena aumentando su biomasa fitoplanctónica siendo frecuente la aparición de *blooms* de microalgas (Margalef, 1983). Cuando las entradas de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, sobrepasan la capacidad de asimilación del fitoplancton, se observa en lagos eutróficos la proliferación de cordones litorales de vegetación acuática (Wetzel, 1975).

Diversos autores han reconocido el rol trófico de los bivalvos en el ecosistema (Bauer, 2001; Strayer *et al.*, 2004). Los bivalvos dulceacuícolas regulan los niveles de turbidez de la columna de agua influyendo significativamente en la modificación del ecosistema (Leff *et al.*, 1990; Valdovinos & Cuevas, 1996; Vallejos & Delucchi, 2001; Soto & Mena, 1999, Strayer, 1999, Vaughn & Hakenkamp, 2001; Kreeger *et al.*, 2004). Su eficiente capacidad de filtración tiene un

* Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas Universidad de Concepción, Casilla 160-C Concepción, Chile. cfuentea@udec.cl

* Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas Universidad de Concepción, Casilla 160-C Concepción, Chile.

efecto determinante en el ciclo del fósforo, principal limitante de la productividad en sistemas lénticos (Margalef, 1983). Además, poseen la capacidad de controlar la biomasa fitoplanctónica por consumo en la columna de agua (Dame & Patten, 1981; Dame & Libes, 1993), previniendo la formación de blooms en zonas estuarinas (Cloern, 1982). Por tal razón son considerados una importante herramienta de biorremediación para el mejoramiento y control en la calidad de agua (Jones *et al.*, 2000; Lara *et al.*, 2002; Kreeger *et al.*, 2004; Gifford *et al.*, 2004).

En ambientes límnicos de Chile existe un solo género de bivalvos dulceacuícolas de gran tamaño perteneciente a la familia Hyriidae, por lo cual la mayor parte de los estudios se han realizado en poblaciones de *Diplodon chilensis* (Parada *et al.*, 1990; Vallejos, 1996; Mena, 1997; Parada & Peredo, 2005; Valdovinos & Pedreros, 2007). Esta especie podría ser utilizada potencialmente como bioindicador considerando aspectos tales como su amplia distribución geográfica, sedentarismo, abundancia poblacional, vida media y la acumulación de compuestos tóxicos en tejidos o valvas, aunque son escasos los estudios destinados a este fin (Hammersley, 1987; Valdovinos *et al.*, 1998; Silva *et al.*, 2007).

El objetivo del presente trabajo es demostrar que en ambientes lacustres de continua perturbación antrópica donde existen abundantes poblaciones de *D. chilensis* es posible reorientar el flujo de nutrientes hacia los sedimentos regulando su funcionamiento.

CARACTERIZACIÓN DE LA LAGUNA CHICA DE SAN PEDRO

La Laguna Chica de San Pedro (36°51'S; 73°05'W), forma parte del sistema de lagos Nahuelbutanos al sur del río Bío-Bío en la comuna de San Pedro de la Paz (Chile). El régimen es tipo polimítico, mesotrófico y presenta una marcada estratificación térmica en época estival (Ruth, 1999) (Figura 1).

Respecto al uso histórico del suelo, éste ha experimentado drásticas transformaciones con una disminución de la vegetación nativa y un incremento de plantaciones exóticas destinadas a la producción forestal (Cisternas *et al.*, 1999 a,b). Estos cambios han influido directamente en los procesos de erosión, sedimentación y en la composición química del agua. La capacidad de autodepuración de esta laguna es casi nula (Gallardo, 1983), existiendo un pequeño canal que desemboca a la Laguna Grande. Sin embargo, a pesar del continuo aporte de nutrientes derivados de la actividad humana (drenaje de aguas subterráneas, alcantarillado de aguas servidas y de aguas de lluvia), recreativa y forestal, la comunidad fitoplanctónica presenta una moderada a baja abundancia (<150 000 cél./l, (Parra *et al.*, 1999). Esta laguna además constituye uno de los principales centros de recreación en la región; en sus márgenes existe gran número de residencias particulares incluyendo balnearios públicos y privados. Cabe señalar que por su ubicación y factores urbano-geográficos, ambos sistemas están sometidos a un proceso de eutrofización permanente de origen antrópico, recibiendo una fuerte carga alóctona de nutrientes de

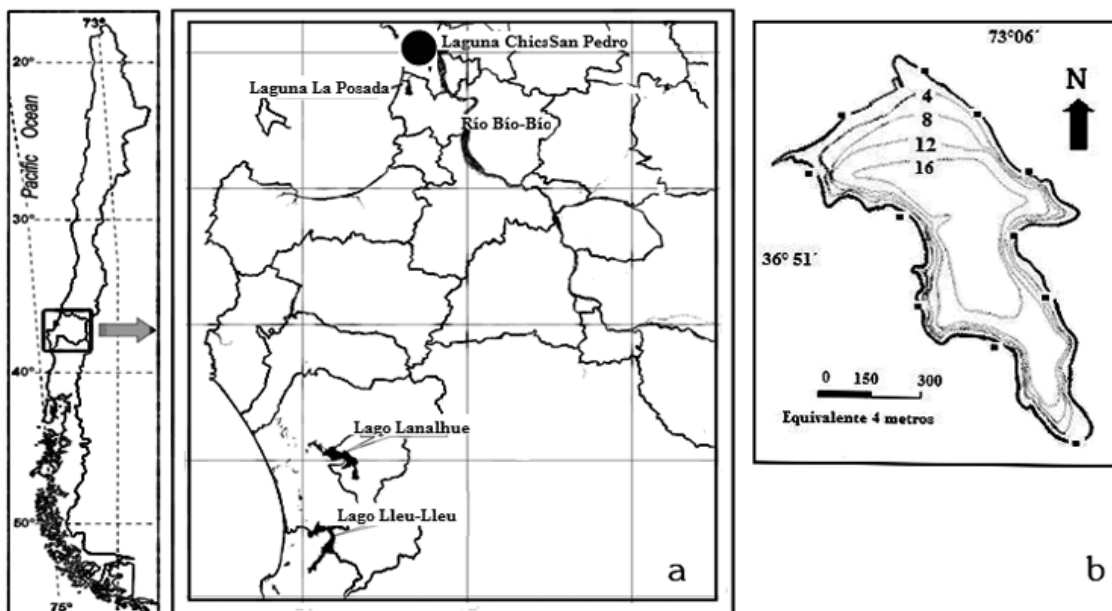


Figura 1: a) Ubicación geográfica del área en estudio. b) Perfil batimétrico de la Laguna Chica de San Pedro. Los puntos negros señalan los sitios de muestreo.

fuentes localizadas (residuos domésticos, aguas de lluvia) causando deterioro en la calidad del agua y un incremento significativo del seston afectando su uso recreativo (Parra *et al.*, 1989).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios en terreno se realizaron mensualmente durante un año en la Laguna Chica de San Pedro mediante buceo autónomo a una profundidad de 1 a 5 m, sin remover a los organismos del sustrato. Los sitios de muestreo (Figura 1a y 1b) se encuentran referenciados en estudios previos (Fuentealba, 2004). El tamaño de los individuos comprendió un rango de 35 a 50 mm, longitud predominante en este sistema. Para la determinación de la densidad se utilizó como referencia la metodología de Lara & Parada (1988), modificando el tamaño del transecto a N° individuos/m². Los parámetros fisicoquímicos fueron extraídos de Parra *et al.* (2003). La tasa de filtración fue extraída de Busse (1970). Con esta información se estimó el volumen total filtrado anualmente por la población de *D. chilensis* en la Laguna Chica de San Pedro.

RESULTADOS

Los parámetros morfométricos y fisicoquímicos de Laguna Chica de San Pedro se muestran en las tablas 1 y 2. Considerando la superficie total del espejo de agua (817.000 m²) y la densidad media estimada para *D. chilensis* (133,3 ind/m²) puede estimarse una población total es de 108.906.100 ind. Bajo el supuesto que *D. chilensis* sólo filtra 12 horas diarias, considerando los experimentos de Busse (1970) en donde la actividad filtradora no permanece continua en el tiempo, se calculó una tasa de filtración anual de 6,48 m³/ind. Esto permite estimar un volumen total de 705.711.528 m³ filtrado anualmente por *D. chilensis*

Tabla 1.- Parámetros morfométricos de Laguna Chica de San Pedro (Parra *et al.*, 2003). m.s.n.m. = Metros sobre el nivel del mar.

Parámetro	Valor
Latitud (S)	36°51'30''
Longitud (W)	73°05'00''
Altura (m.s.n.m)	5,0
Superficie (km)	4,5
Largo máximo (km)	1,9
Ancho máximo (km)	0,87
Perímetro (km)	5,7
Profundidad máxima (m)	15,0
Profundidad media (m)	6,9
Línea de costa	1,8
Volumen (km ³)	0,0086

en Laguna Chica de San Pedro, lo que supone 81.97 veces el volumen de la laguna.

DISCUSIÓN

En Chile el género *Diplodon* se caracteriza por su alta abundancia y biomasa especialmente en sectores someros de lagos y lagunas poco intervenidos por el hombre, aunque representada únicamente por la especie considerada en este estudio (Valdovinos & Cuevas, 1996; Parada *et al.*, 1989).

La densidad registrada fue de 133,3 ind/m² ± 3,3, comparable a los valores encontrados en el lago Lleu-Lleu de 186 ind/m² (Parada & Peredo, 1994) y lago Villarrica, Sector Muelle Viejo con 102 ind/m² (Parada *et al.*, 1990). Se han sugerido para la Laguna Chica de San Pedro valores previos de 200 individuos por metro cuadrado (Geissbuhler, 1993), distribuidos eventualmente hasta los 15 m de profundidad, con mayor abundancia entre 1 y 5 m (Dellarossa *et al.*, 1994).

El valor de filtración obtenido indica que el volumen de agua de la Laguna Chica de San Pedro es filtrada más de 80 veces al año por la población de *D. chilensis* usando el criterio de Busse (1970) para las tasas de filtración directa. Estudios realizados en *Unio* citan valores del orden de 7 ml.min⁻¹.ind⁻¹ (Kriger & Riisgard, 1988), mientras que para *Corbicula fluminea* se han registrado valores del orden de 109-1370 ml/hr (Lauritsen, 1986).

Existen importantes alcances derivados de esta metodología los cuales podrían influenciar los resultados, tanto a nivel de la tasa de filtración directa determinada por Busse (1970), cuyo aspecto crítico es el estrés en los organismos, como la metodología utilizada por Valdovinos & Cuevas (1996), la cual si bien es un método indirecto menos sesgado, el rango de tallas, el tiempo de exposición y la estabilidad ambiental dada por las condiciones de laboratorio podrían ser determinante en los resultados. En nuestro

Tabla 2.- Parámetros fisicoquímicos de la Laguna Chica San Pedro (Parra *et al.*, 2003).

Parámetro	Valor
Temperatura (°C)	17,4
pH	7,0
Conductividad (mS/cm)	70,6
Alcalinidad (meq/l)	0,4
Oxígeno disuelto (mg/l)	9,2
Seston total (mg/l)	2,1
Turbidez (FTU)	1,4
N-total (mg/l)	0,166
P-total (mg/l)	4,9
Temperatura (°C)	17,4

estudio existiría un sesgo influenciado por la distribución de la especie, dado que fue posible observar patrones de distribución variables (al azar y agregada) los que podrían ser consecuencia de la estratificación térmica o de su ciclo reproductivo, actividad que se acentúa entre los meses estivales (González, 1998). Se ha descrito para *D. chilensis* un patrón de distribución agregado, tendiendo a ser al azar según el tipo de sustrato y la estación del año como consecuencia de factores biológicos y ambientales (Lara & Parada, 2008). Cuando la fecundación es mínima en otoño los organismos tienden a expandirse azarosamente en el sustrato (Parada & Peredo, 1994).

Diversos autores reconocen factores ambientales directos en la eficiencia de la tasa de filtración (temperatura, pH, oxígeno disuelto, salinidad, presencia de contaminantes), los cuales disminuyen considerablemente la tasa de filtración en los bivalvos (Brown & Newell, 1972; Akberali & Trueman, 1986; Sprung & Rose, 1988).

Otro factor determinante es la presencia de metales pesados. Así, en el bivalvo dulceacuícola *Anodontites trapesialis* se ha registrado a partir de análisis ecotoxicológicos una disminución en su capacidad filtradora (Loayza-Muro & Elías-Letts, 2007). En el caso de *D. chilensis* estudios previos han demostrado su tolerancia a los cambios de temperatura

y concentración de oxígeno disuelto, lo que le permite mantener una capacidad filtradora hasta en las condiciones más desfavorables (Busse, 1970; Parada & Peredo, 2005). Estudios realizados por Grandón *et al.* (2008) demostraron que la especie presenta características enzimáticas particulares que le permiten con un metabolismo anaeróbico enfrentar exitosamente condiciones anóxicas. Su alta biomasa y su condición de especie filtradora le han catalogado como una especie clave en la oligotrofia de los cuerpos de agua dulce (Valdovinos & Cuevas, 1996; Soto & Mena, 1999). No obstante la pérdida y/o fragmentación del hábitat, la alteración de éste por la urbanización y el uso de tecnología convencional en la agricultura han provocado la contaminación en los cuerpos de agua modificando su estado trófico y la declinación paulatina en las poblaciones de *D. chilensis* (Parada & Peredo, 2006; Valdovinos & Pedreros, 2007).

La gran capacidad filtradora de *D. chilensis*, única especie de bivalvos de gran talla presente en los ecosistemas de Chile, contribuye al equilibrio en la columna de agua en la Laguna Chica de San Pedro. Su rol trófico en el ecosistema permite a la especie actuar como regulador del flujo de energía y ciclo de nutrientes ya que constituyen una porción significativa de la biomasa macrobentónica dulceacuícola.

REFERENCIAS

- Akberali, H. B.; Trueman, E. R. 1986. Effects of environmental stress on bivalve mollusks. *Advances in Marine Biology* 22: 101-197.
- Bauer, G. 2001. Life history variation on different taxonomic levels of Naiads. In *Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida* (ed. G. Bauer & K. Wachtler), Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, pp. 83-91
- Bormann, F. H.; Likens, G. E. 1979. *Pattern and Process in a Forested Ecosystem*. Berlin and New York: Springer-Verlag. 253 p.
- Brown, B.; Newell, R. 1972. The effects of copper and zinc on the metabolism of the mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology* 16: 108-112.
- Busse, K. 1970. Nuevo método para medir flujos de agua producidos por organismos filtradores. *Medición experimental en Diplodon chilensis* (Gray, 1828). *Noticiero Mensual Museo Historia Natural Santiago* 172: 3-10.
- Cisternas, M.; Debels, P.; Martínez, P.; Sanhueza, R. 1999a. Cambios históricos en el uso del suelo de una pequeña cuenca lacustre de Nahuelbuta. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis* 44: 141-153.
- Cisternas M.; Martínez, P.; Oyarzún, C.; Debels, P. 1999b. Caracterización del proceso de reemplazo de vegetación nativa por plantaciones forestales en una cuenca lacustre de la Cordillera de Nahuelbuta, VIII Región Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 661-676.
- Cloern, J. E. 1982. Does the benthos control phytoplankton biomass in south San Francisco Bay?. *Marine Ecology Progress Series* 9: 191-202.
- Dame, R. F.; Patten, B. C. 1981. Analysis of energy flow in an intertidal oyster reef. *Marine Ecology Progress Series* 5: 115-124.
- Dame, R. F.; Libes, S. 1993. Oyster reefs and nutrient retention in tidal creeks. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 171: 251-258.
- Dellarossa, V.; Weinert, O.; Carvajal, B. 1994. Cambios en la composición iónica en el sistemas de lagos ubicados al sur del Bío-Bío, VIII Región, Central – Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 65: 175-180.

- Fuentealba, C. 2004. Contribución al conocimiento y búsqueda de marcadores moleculares en *Diplodon chilensis chilensis* (Gray, 1828). Seminario presentado al Departamento de Zoología Universidad de Concepción para optar al Título de Biólogo. 59 p.
- Gallardo, V. A. 1983. Revisión actualizada sobre la contaminación marina proveniente de fuentes terrestres en la región del Pacífico sudeste. Preparado para la CPPS. pp. 10-14, Chile.
- Geissbuhler, R. 1993. Estructura poblacional de *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) en el lago Chico de San Pedro (36°50'30"S; 73°03'O). Informe final Tópicos Profesionales. Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción.
- Gifford, S.; Dunstan R.; O'Connor, R.; Roberts, T.; Toia, R. 2004. Pearl aquaculture -profitable environmental remediation? Science of the Total Environment 319 (1-3): 27-37.
- Goda, T. 1991. Management and status of Japanese public waters. Water Science and Technology 23(1-3): 1-10.
- González, R. 1998. Larvas de *Diplodon chilensis chilensis* (Gray, 1828): De vida libre o parásitas de peces?. Seminario presentado al Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción para optar al título de Biólogo Marino, 45 p.
- Grandón, M.; Barros, J.; González, R. 2008. Caracterización metabólica de *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae) expuesto a anoxia experimental. Revista de Biología Marina y Oceanografía 43(3): 531-537.
- Hammersley, A. 1987. Aspectos de la química de *Diplodon* sp. y contaminación por pesticidas en la Laguna Chica de San Pedro. Informe Unidad de Investigación para optar al grado de Licenciado en Biología Marina. Universidad de Concepción, 45 p.
- Jones, J. A.; Swanson, F. J.; Wemple, B. C.; Snyder, K. U. 2000. Effects of roads on hydrology, geomorphology, and disturbance patches in stream networks. Conservation Biology 14: 76-85.
- Kreeger, D.; Gatenby, C.; Raksany, D. 2004. Beyond biodiversity: the conservation and propagation of native mussel biomass for ecosystem services. Abstract from paper presented at the 2nd Annual Meeting of the Pacific Northwest Native Freshwater Mussel Working Group, April 20, 2004, Vancouver, Washington.
- Kruger, J.; Riisgard, U. 1988. Filtration rate capacities in six species of European freshwater bivalves. Oecologia, 77: 34-38.
- Kronvang, B.; Aertebjerg, G.; Grant, R.; Kristensen, P.; Hovmand, M.; Kirkegaard, J. 1993. Nationwide monitoring of nutrients and their ecological effects: state of the Danish aquatic environment. Ambio 22: 176-187.
- Lara, G.; Parada, E. 1988. Distribución espacial y densidad de *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Mollusca: Bivalvia) en el lago Villarrica. Boletín Sociedad de Biología. Concepción 59: 105-114.
- Lara, G., Contreras, A. & Encina, F. 2002. La almeja de agua dulce *Diplodon chilensis* (Bivalvia: Hyriidae) potencial biofiltro para disminuir los niveles de coliformes en pozos. Experimento de laboratorio. Gayana Zoología 66 (2): 113-118.
- Lara, G.; Parada, E. 2008. Mantención del patrón de distribución espacial, densidad y estructura de tamaños de la almeja de agua dulce *Diplodon chilensis* Gray, 1828 (Bivalvia: Hyriidae) en el lago Panguipulli Chile. Gayana 72(1): 45-51.
- Larson, U., Elmgren, R. & Wulff, F. 1985. Eutrophication and the Baltic Sea: Causes and consequences. Ambio 14: 9-14.
- Lauritsen, D. D. 1986. Filter-feeding in *Corbicula fluminea* and its effect on seston removal. Journal North American Benthological Society 5: 165-172.
- Leff, G.; Burch, J. L.; McArthur, J. V. 1990. Spatial distribution, seston removal, and potential competitive interactions of bivalves *Corbicula fluminea* and *Elliptio complanata*, in a coastal plain stream. Freshwater Biology 24: 409-416.
- Loayza-Muro, R.; Elías-Letts, R. 2007. Responses of the mussel *Anodontites trapesialis* (Unionidae) [sic!] to environmental stressors: Effect of pH, temperature and metals on filtration rate. Environmental Pollution 149: 209-215.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Barcelona: Omega. 1010 pp.
- Mena, G. 1997. Evaluación experimental de la capacidad de *Diplodon chilensis* para procesar los excedentes orgánicos generados por la salmonicultura. Tesis de grado para optar al grado de Licenciado en Biología Marina. Universidad Austral de Chile. 66 p.
- Odum, E. P. 1972. Ecología. México: Interamericana. 638 p.
- Parada E.; Peredo, S.; Gallardo, C. 1987. Esfuerzo reproductivo en *Diplodon chilensis chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia, Hyriidae). Una proposición para su determinación. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 58: 121-126.

- Parada, E., Peredo, S.; Lara, G.; Antonin, F. 1989. Contribución al conocimiento de los Hyriidae chilenos. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 60:173-182.
- Parada, E.; Peredo, S.; Gallardo, C. 1990. Tácticas reproductivas y dinámica poblacional de *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae). Revista Chilena de Historia Natural 63: 23-35.
- Parada, E.; Peredo, S. 1994. Un enfoque ecológico evolutivo de las estrategias de historias de vida de los Hiridos Chilenos (Mollusca, Bivalvia). Boletín de la Sociedad Biología Concepción 65:71-80.
- Parada, E. & Peredo, S. 2005. La relocalización como una herramienta de conservación y manejo de la biodiversidad. Lecciones aprendidas con *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia, Hyriidae). Gayana 69(1): 41-47.
- Parada, E.; Peredo, S. 2006. Estado de conocimiento de los Bivalvos dulceacuícolas de Chile. Gayana 70(1): 82-87.
- Parra, O.; Jara, C.; Guzmán, L. 1989. Las lagunas intraurbanas de Concepción. Estado actual y perspectivas de recuperación y uso. Actas del III Encuentro del Medio Ambiente: 301-313.
- Parra, O.; Basualto, S.; Urrutia, R.; Valdovinos, C. 1999. Estudio comparativo de la diversidad fitoplanctónica de cinco lagos de diferentes niveles tróficos. Gayana 56(2): 25-40.
- Parra, O.; Valdovinos, C.; Urrutia, R.; Cisternas, M.; Habit, E.; Mardones, M. 2003. Caracterización y tendencias tróficas de cinco lagos costeros de Chile Central. Limnetica 22: 51-83.
- Ruth, M. 1999. *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) ¿larvas parásitas o de vida libre? Seminario para optar al Título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción. 73 p.
- Silva, J.; Fuentealba, C.; Bay-Schmith, E.; Larrain, A. 2007. Estandarización del bioensayo de toxicidad aguda con *Diplodon chilensis* usando un tóxico de referencia. Gayana 71(2): 135-141.
- Soto, D.; Mena, G. 1999. Filter feeding by the freshwater mussel, *Diplodon chilensis*, as a biocontrol of salmon farming eutrophication. Aquaculture 171: 65-81.
- Sprung, M.; Rose, U. 1988. Influence of food quantity on the feeding of the mussels *Dreissena polymorpha*. Oecologia 77: 526-532.
- Strayer, D.L. 1999. Use of flow refuges by unionid mussels in rivers. Journal of the North American Benthological Society 18: 468-476.
- Strayer, D. L.; Downing, J. A.; Haag, W. R.; King, T. L.; Layzer, J. B.; Newton, T. J.; Nichols, S. J. 2004. Changing perspectives on pearly mussels, North America's most imperiled animals. Bioscience 54: 429-439.
- Valdovinos, C.; Cuevas, R. 1996. Tasas de aclarancia de *Diplodon chilensis* (Bivalvia, Hyriidae): Un suspensívoro bentónico dulceacuícola de Chile Central. Medio Ambiente 13(1):114-118.
- Valdovinos, C.; Figueroa, R.; Cid, H.; Parra, O.; Araya, E.; Privitera, S.; Olmos, V. 1998. Transplante de organismos bentónicos entre sistemas lénticos: ¿Refleja la biodisponibilidad de metales traza en el ambiente? Boletín de la Sociedad Chilena de Química 43: 467-475.
- Valdovinos, C.; Pedreros, P. 2007. Geographic variations in shell growth rates of the mussel *Diplodon chilensis* from temperate lakes of Chile: Implications for biodiversity conservation. Limnologia 37(1): 63-75.
- Vallejos, P.; Delucchi, M. 2001. Tratamiento de aguas servidas utilizando *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia, Hyriidae). In Alveal K.; Antezana, T. Sustentabilidad de la Biodiversidad. Universidad de Concepción. pp. 785-795.
- Vallejos, P. 1996. Utilización de bivalvos de agua dulce *Diplodon chilensis* para tratamientos de aguas domésticas residuales. Informe técnico. Proyecto de investigación realizado para CIDERE Bio-Bío. 95 p.
- Vaughn, C. C.; Hakenkamp, C. C. 2001. The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. Freshwater Biology 46: 1431-1446.
- Wetzel, R. G. 1975. Limnology. Philadelphia: Saunders.743 p.

Recibido: 13 de enero de 2009

Aceptado: 30 de mayo de 2009